

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 6 5 8 3 6
Application Number:

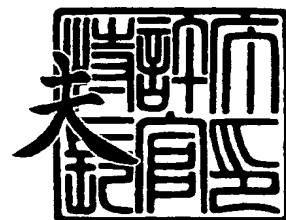
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 6 5 8 3 6]

出 願 人 株式会社デンソー
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 310003005

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 29/84
G01P 15/125

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 酒井 峰一

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

【識別番号】 100093067

【弁理士】

【氏名又は名称】 二瓶 正敬

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 039103

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0200973

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体力学量センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固定電極と、加速度に応じて変位可能な梁に連結された可動電極との間の容量に基づいて 1 軸の力学量を検出する 1 軸センサを複数個同じ方向に配置した半導体力学量センサ。

【請求項 2】 前記複数の 1 軸センサをそれぞれ異なる半導体基板上に形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体力学量センサ。

【請求項 3】 前記複数の 1 軸センサを共通の半導体基板上に形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体力学量センサ。

【請求項 4】 前記複数の 1 軸センサを共通の半導体基板上又はマザー基板上にスタックして形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体力学量センサ。

【請求項 5】 前記複数の 1 軸センサを共通の半導体基板又はマザー基板の両面に形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体力学量センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固定電極と可動電極の間の容量に基づいて加速度などの力学量を検出する半導体力学量センサに関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の従来例としては、例えば、下記の特許文献 1 に開示されているものがある。ここで、図 3 を参照して 1 軸方向（X 方向）の容量式加速度センサについて説明する。図 3（a）は平面図、図 3（b）は図 3（a）の b-b 断面図、図 3（c）は図 3（a）の c-c 断面図であり、Si などの半導体基板 10 の半導体層に溝 11 を形成することにより複数組の固定電極 1 と可動電極 2 が X 方向に対向して容量を構成するように構成されている。可動電極 2 は、X 方向に伸びた錘 3 に対して ±Y 方向に櫛歯状に複数組形成されている。錘 3 の両端は X 方向に

変位可能に半導体基板 10 上に形成され、錘 3 の両端には加速度に応じて変位可能な 2 枚構造の梁 4 が形成されている。そして、可動電極 2 に対向するように±Y 方向にそれぞれ配列された各固定電極 1 はそれぞれ A1 などのパッド 5a、5b に接続され、可動電極 2 はパッド 5c に接続されている。パッド 5a、5b、5c はワイヤ w によるボンディングによりマザー基板などの他の回路チップ 6 のパッド 6a、6b、6c を通して外部に接続される。

【0003】

ここで、隣接している固定電極 1a、1b の間には可動電極 2a が配置されており、このような構成において、このセンサに X 方向の加速度が印加されると、梁 4 が X 方向に変位することにより固定電極 1a、1b と可動電極 2a の間の各距離が変化して、固定電極 1a と可動電極 2a の間の容量 CS1 と、固定電極 1b と可動電極 2a の間の容量 CS2 が変化する。この半導体力学量センサの等価回路を図 4 の左側に示す。固定電極 1a、1b にはパルス電圧 Vcc が印加されている。そして、この発生した容量 CS1、CS2 の変化 $\Delta C (=CS1 - CS2)$ を可動電極 2 から取り出し、例えば図 4 の右側に示すようなスイッチドキャパシタ回路 5 により電圧 $= (CS1 - CS2) \cdot Vcc / Cf$ に変換することにより加速度を検出することができる。

【0004】

ここで、従来、センサを高感度化する場合、櫛歯構造の梁 4、電極 1、2、錘 3 の寸法を変更してバネ定数 kw を柔らかくしたり、質量 m を重くしたり、容量 C0 を大きくしたセンサを用いることにより対応している。図 5 は、その一例として、感度を 2 倍にするために梁 4 を 2 回折り曲げて梁 4 のバネ定数を 1/2 にして柔らかくした構造を示している。

【0005】

【特許文献 1】

特開平 5-304303 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例では、

バネ復元力<固定電極 1 と可動電極 2 の間の静電力となるので、スティッキングが発生しやすくなるという問題点がある。また、回路チップも垂直方向（Z 方向）にも変位しやすくなるので、Z 方向に高衝撃が印加されると、可動電極 2 が固定電極 1 上に乗り上げて動作不能になるという問題点がある。さらに、ダイナミックレンジも狭くなるという問題点がある。

【0007】

本発明は上記従来例の問題点に鑑み、スティッキングなどが発生することなく高感度化することができる半導体力学量センサを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記目的を達成するために、固定電極と、加速度に応じて変位可能な梁に連結された可動電極との間の容量に基づいて 1 軸の力学量を検出する 1 軸センサを複数個同じ方向に配置したことを特徴とする。

上記構成により、スティッキングなどが発生することなく感度を複数倍にすることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図 1 は本発明に係る半導体力学量センサの一実施の形態を示す平面図及び断面図である。図 1（a）は平面図、図 1（b）は図 1（a）の b-b 断面図、図 1（c）は図 1（a）の c-c 断面図である。

【0010】

図 1 は半導体基板 10 a、10 b に同じ構造を形成した同じ特性の 2 つのセンサチップ 100 a、100 b を回路チップ 6 上に同じ方向に配置した例を示している。なお、センサチップ 100 a、100 b をそれぞれ構成する電極 1、2、錘 3、梁 4 などの構造は従来例と同じであるのでその詳細な説明は省略する。

【0011】

ここで、電極 1、2 間の容量 = C_0 、梁 4 のバネ定数 = k 、質量 = m 、電極 1、2 間の距離 = d とすると、

$$\text{感度} \propto C_0 \cdot k / m$$

となる。また、

$$\text{梁 4 のバネ復元力} \propto k$$

$$\text{電極 1、2 間の静電力} \propto 0.5 \cdot C_0 \cdot V^2 / d$$

$$\text{可動電極 1 の Z 方向変位} \propto (k / m)^{0.5}$$

$$\text{ダイナミックレンジ} \propto (k / m)^{0.5}$$

となる。

【0012】

ここで、図 3 に示した感度の低いセンサチップのパラメータを k_1 、 C_{01} 、 m_1 、 d_1 として、このセンサチップの感度を 2 倍に高めるために、図 5 に示した従来例を考える。バネ定数 $= k_1$ を柔らかくすると、

$$\text{感度} \propto C_{01} \cdot (2 \cdot k_1) / m_1 = 2 \cdot \{C_{01} \cdot k_1 / m_1\}$$

となり、感度が 2 倍に高まる。しかし、この従来例では、梁 4 によるバネの復元力が半分に下がるため、相対的に電極 1、2 間の静電力とのバランスを考えると、スティッキングが発生しやすく、また、可動電極 1 の Z 方向の変位も 2 倍に増加して可動電極 2 が固定電極 1 上に乗り上げることが発生しやすくなる。

【0013】

これに対し、図 1 に示す構成の各センサチップ 100a、100b では、図 3 と同じ特性であるので、スティッキングや電極乗り上げを防止し、ダイナミックレンジを低下させることなく、感度を 2 倍にすることができる。

【0014】

<他の実施の形態>

図 1 では、半導体基板 10a、10b に同じ構造を形成した同じ特性の 2 つのセンサチップ 100a、100b を用いたが、図 2 の平面図及び断面図に示すように 1 つの半導体基板 10 に同じ構造の 2 つのセンサを同じ方向に形成したセンサチップ 100 を用いてもよい。また、センサの数は 3 以上でもよい。さらに、複数のセンサを半導体基板 10 上や回路チップ 6 上にスタックしてもよく、その際に、半導体基板 10 や回路チップ 6 の両面に配置してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る半導体力学量センサの一実施の形態を示す (a) 平面図及び (b) b-b 断面図、(c) c-c 断面図である。

【図 2】

図 1 のセンサの変形例を示す (a) 平面図及び (b) b-b 断面図、(c) c-c 断面図である。

【図 3】

半導体力学量センサの基本構造を示す (a) 平面図及び (b) b-b 断面図、(c) c-c 断面図である。

【図 4】

半導体力学量センサの等価回路及びスイッチドキャパシタ回路を示す回路図である。

【図 5】

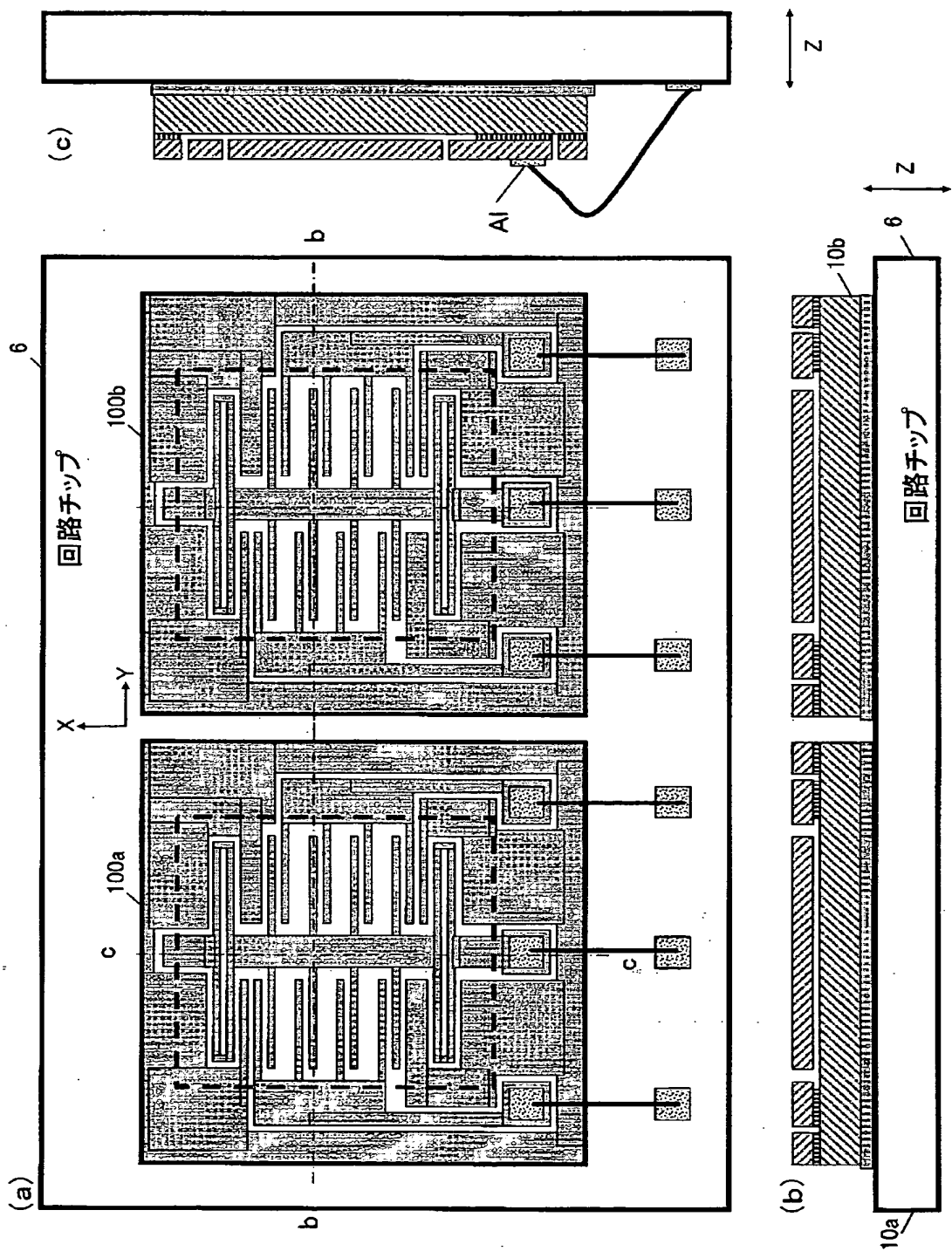
従来例の半導体力学量センサを示す (a) 平面図及び (b) b-b 断面図、(c) c-c 断面図である。

【符号の説明】

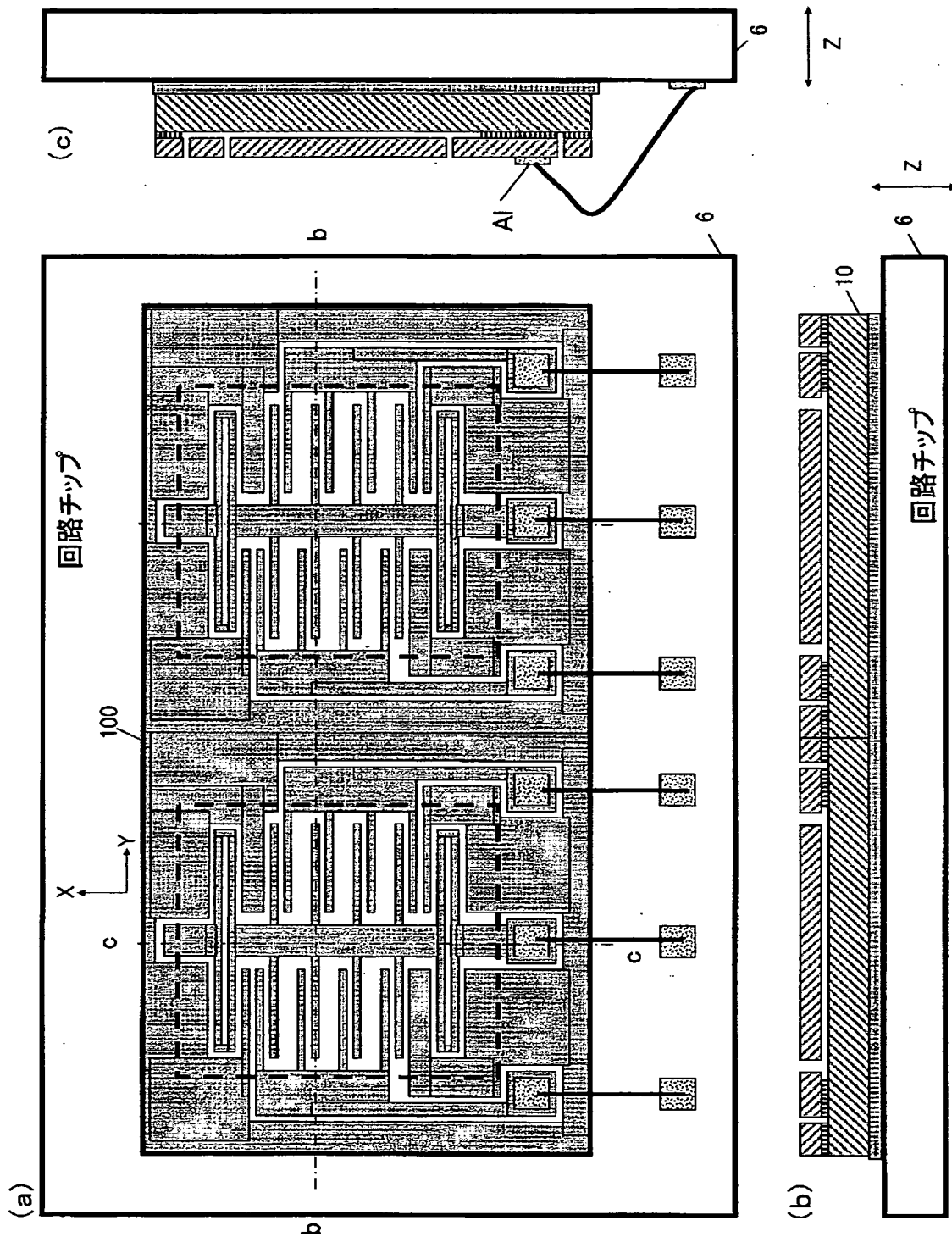
- 1、1 a、1 b 固定電極
- 2、2 a 可動電極
- 3 錘
- 4 梁
- 5 スイッチドキャパシタ回路
- 5 a、5 b、5 c、6 a、6 b、6 c パッド
- 6 回路チップ
- 10、10 a、10 b 半導体基板
- 11 溝
- 100、100 a、100 b センサチップ
- W ワイヤ

【書類名】 図面

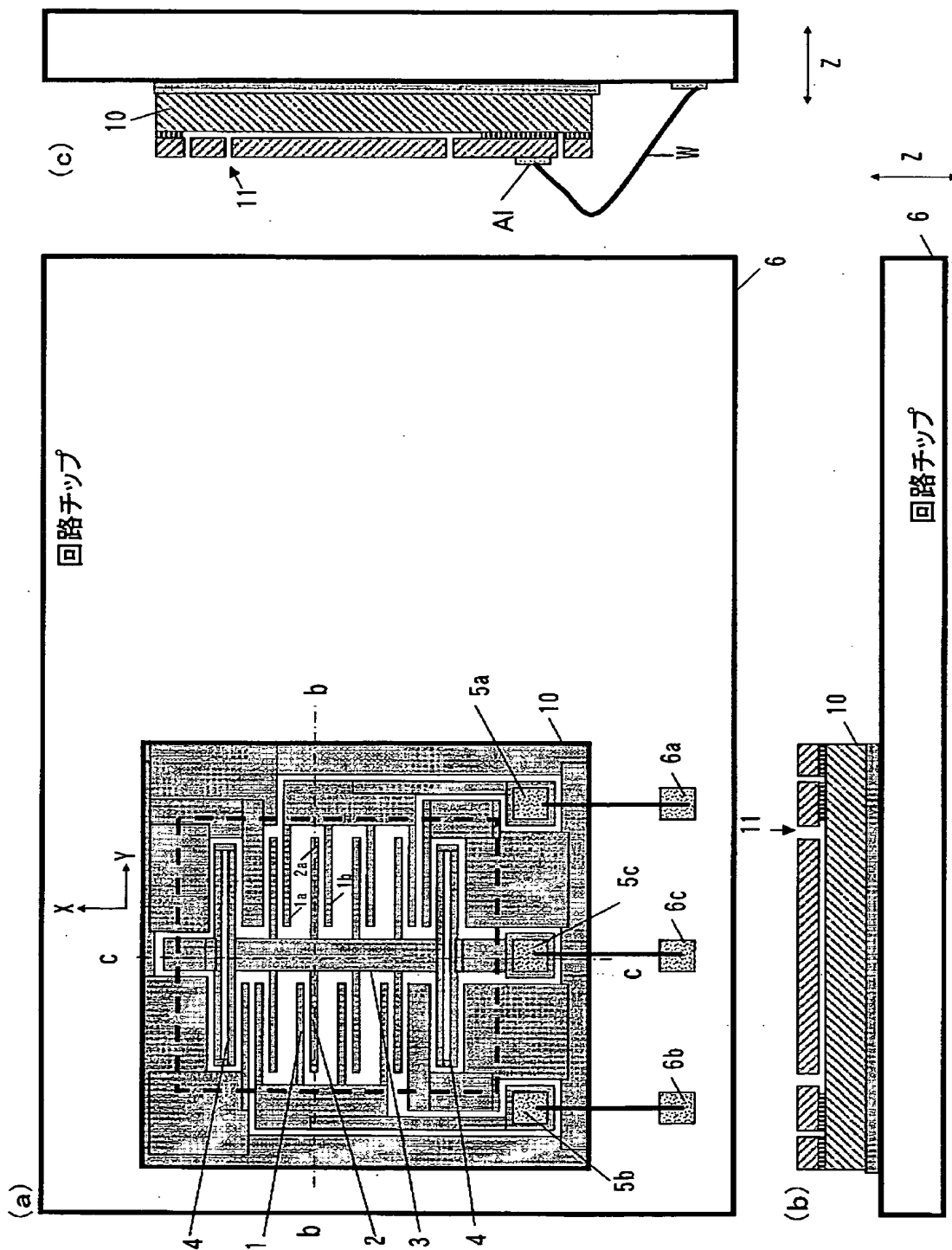
【図 1】



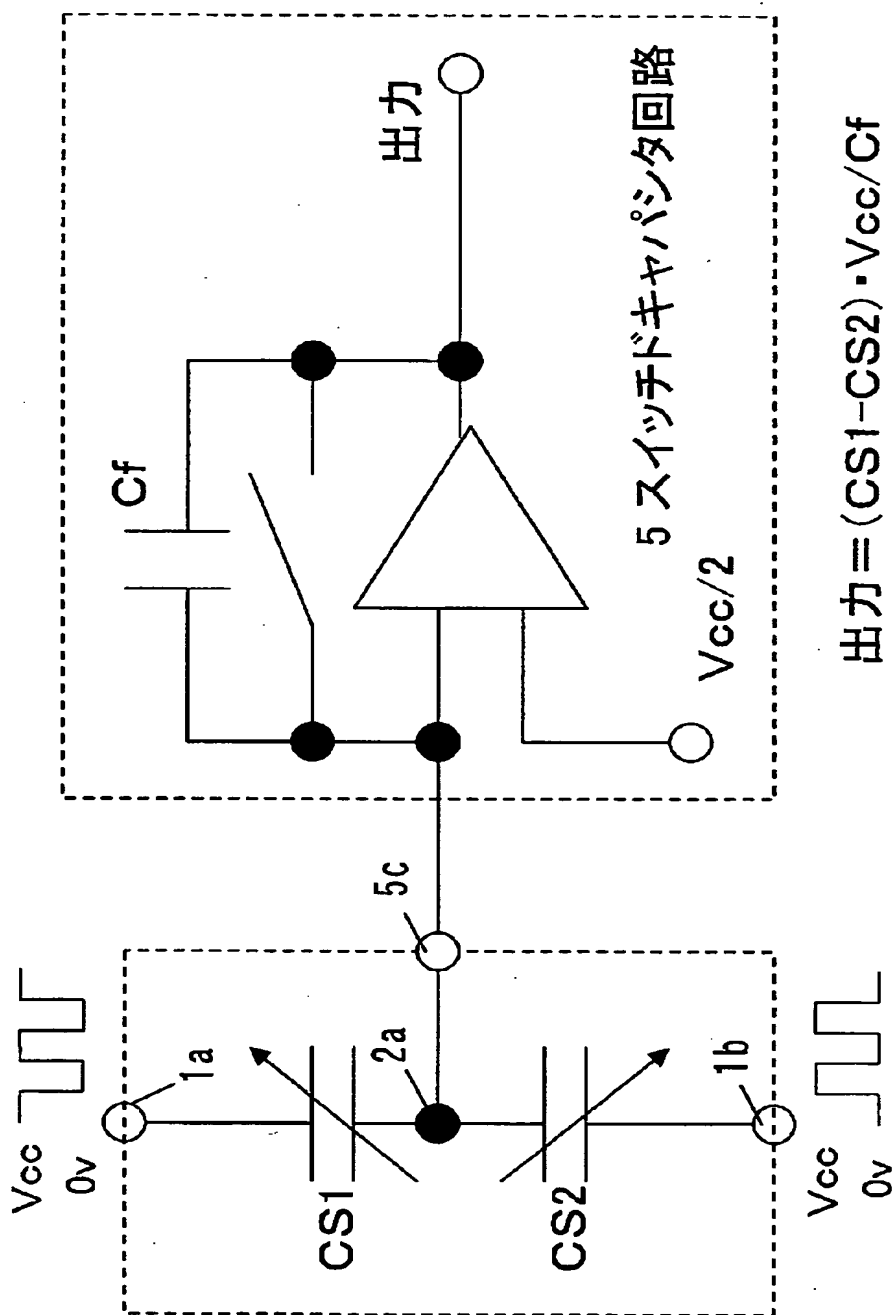
【図 2】



【図 3】

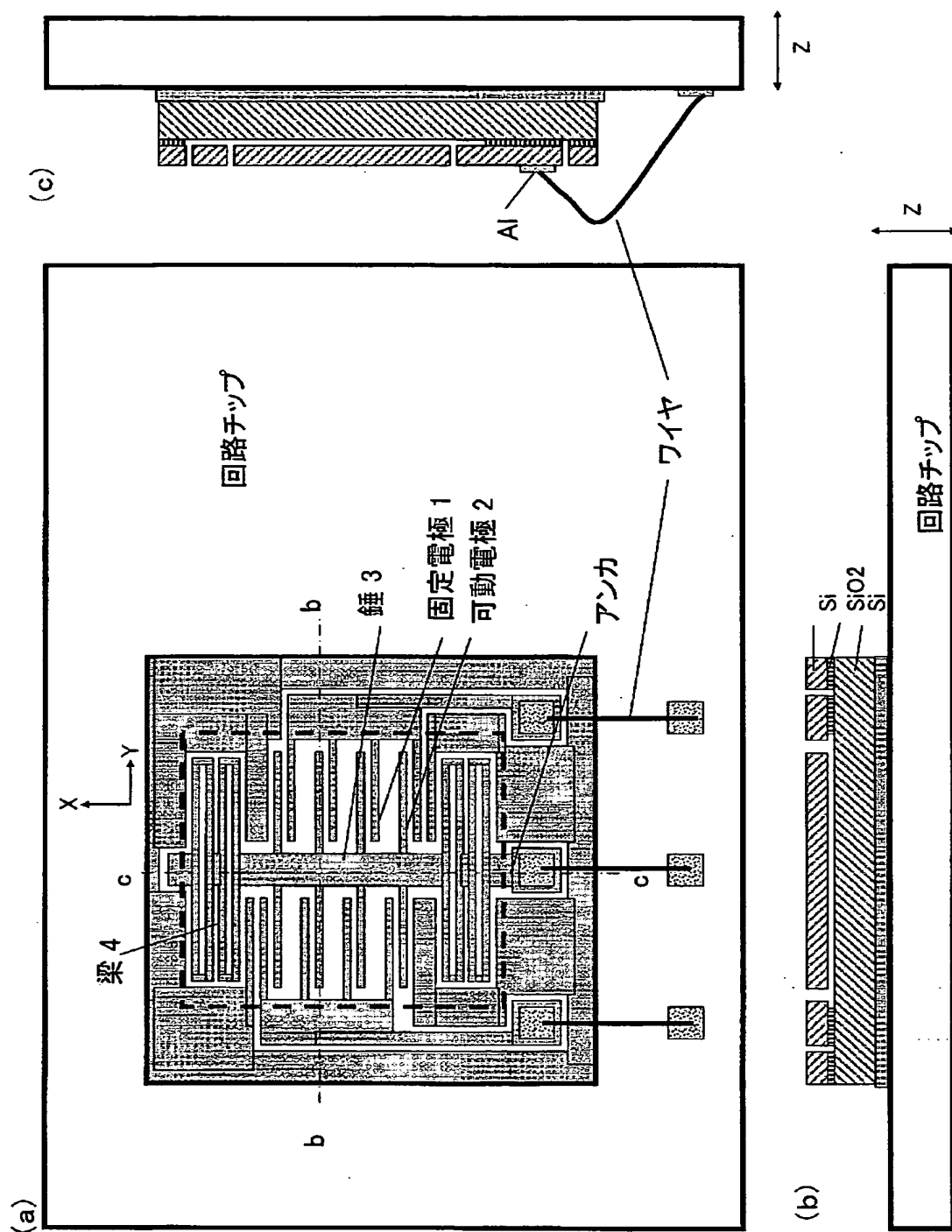


【図 4】



$$\text{出力} = (CS1 - CS2) \cdot V_{cc} / C_f$$

【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スティックなどが発生することなく高感度化する。

【解決手段】 半導体基板 1 0 a、1 0 b にそれぞれ同じ構造を形成した同じ特性の 2 つのセンサチップ 1 0 0 a、1 0 0 b を回路チップ 6 上に同じ方向に配置する。1 つの半導体基板に同じ構造の 2 つのセンサを同じ方向に形成したセンサチップを用いてもよい。また、センサの数は 3 以上でもよい。さらに、複数のセンサを半導体基板上や回路チップ上にスタックしてもよく、その際に、半導体基板や回路チップの両面に配置してもよい。

【選択図】 図 1



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 6 5 8 3 6
受付番号	5 0 3 0 0 3 9 7 1 4 5
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 3 月 1 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 3月12日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 6 5 8 3 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1 . 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー